

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11176630 A**

(43) Date of publication of application: **02.07.99**

(51) Int. Cl.
H01F 6/04
C30B 15/00
C30B 30/04
H01L 39/04

(21) Application number: **09337143**

(22) Date of filing: **08.12.97**

(71) Applicant: **TOSHIBA CORP**

(72) Inventor: **HANAWA MASATOSHI**

(54) **SUPERCONDUCTION MAGNETIC SYSTEM FOR SINGLE CRYSTAL GROWTH**

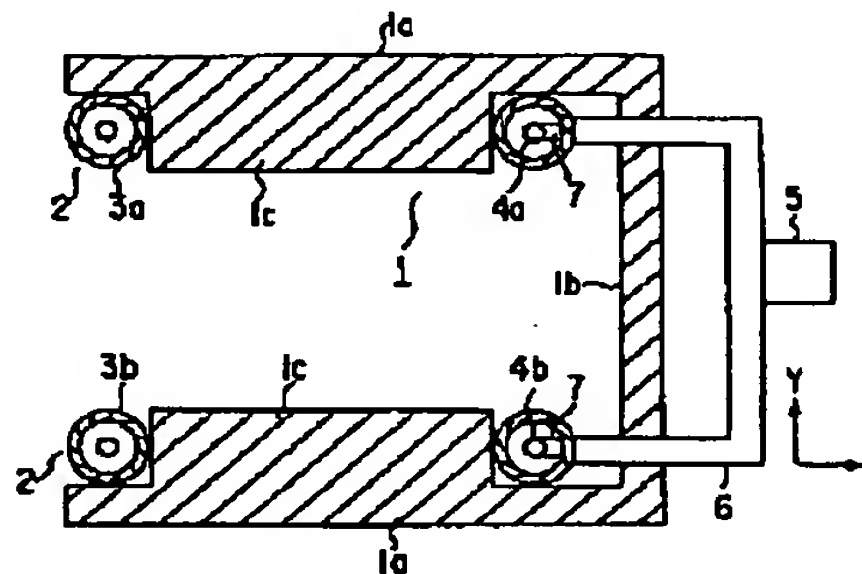
passage of the superconduction wires 4a and 4b.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a superconduction magnet system which can reduce a leak magnetic field in a magnet by avoiding evaporation of liquid helium when a static magnetic field is quenched.

SOLUTION: A system includes a coil support 1 of magnetic material disposed outside a single crystal pulling furnace, made up of a pair of side yokes 1a having respective magnetic poles 1c and having opposing faces on which a coil is wound, and also made up of a rear yoke 1b continuously connected between the both side yokes; static magnetic field coils 2 made by winding oxide high-temperature superconduction wires 4a and 4b around the magnetic poles of the support 1; a cooling machine 4 for cooling the superconduction wires 4a and 4b of the static magnetic field coils 2; and heat transmission means 6 and 7 for transmitting heat cooled by the cooling machine 4 to the superconduction wires 4a and 4b for direct cooling thereof. The coil support 1 establishes a closed circuit of static magnetic field generated between the magnetic poles 1c by current



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-176630

(43) 公開日 平成11年(1999) 7 月 2 日

(51) Int. Cl. ⁶	識別記号	F I
H01F 6/04	ZAA	H01F 7/22 ZAA G
C30B 15/00	ZAA	C30B 15/00 ZAA Z
30/04	ZAA	30/04 ZAA
H01L 39/04	ZAA	H01L 39/04 ZAA

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-337143

(22) 出願日 平成 9 年(1997)12月 8 日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 塙 政利

東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 株式会社

東芝本社事務所内

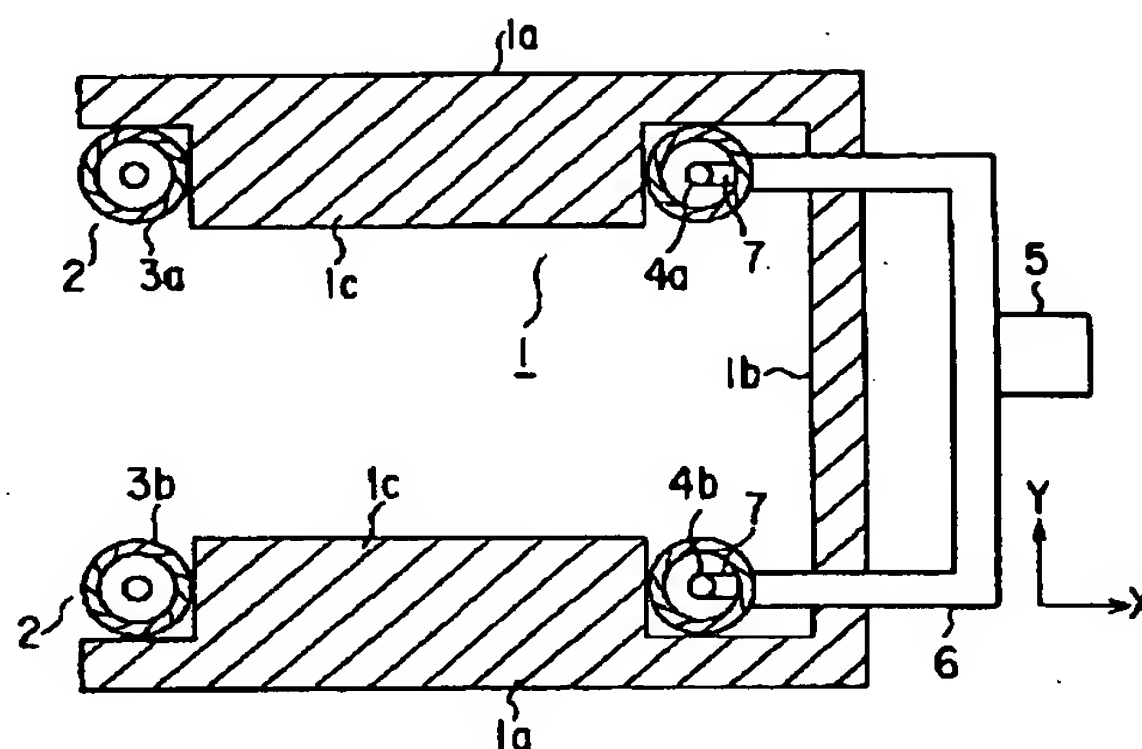
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外 6 名)

(54) 【発明の名称】 単結晶育成用超電導磁石システム

(57) 【要約】

【課題】 静磁場コイルのクエンチ時に液体ヘリウムの蒸発をなくし、マグネットの漏洩磁場を低減することにある。

【解決手段】 単結晶引上げ炉の外側に配置され、対向面にコイルが巻装される磁極 1 c を有する一対の側面ヨーク 1 a 及びこの両ヨーク間を継ぐ背面ヨーク 1 b により構成された磁性体からなるコイル支持体 1 と、このコイル支持体 1 の磁極に酸化物高温超電導線 4 a, 4 b を巻装して構成された静磁場コイル 2 と、この静磁場コイル 2 の酸化物高温超電導線 4 a, 4 b を冷却する冷凍機 4 と、この冷凍機 4 より得られる冷熱を酸化物高温超電導線 4 a, 4 b に伝達して直接冷却する熱伝達手段 6, 7 とを備え、コイル支持体 1 は酸化物高温超電導線 4 a, 4 b の通電により磁極 1 c 間に発生する静磁場の閉回路を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 単結晶引上げ炉の外側に配置され、対向面にコイルが巻装される磁極を有する一対の側面ヨーク及びこの両ヨーク間を継ぐ背面ヨークにより構成された磁性体からなるコイル支持体と、このコイル支持体の前記磁極に酸化物高温超電導線を巻装して構成された静磁場コイルと、この静磁場コイルの前記酸化物高温超電導線を冷却する冷凍機と、この冷凍機より得られる冷熱を前記酸化物高温超電導線に伝達して直接冷却する熱伝達手段とを備え、前記コイル支持体は前記酸化物高温超電導線の通電により前記磁極間に発生する静磁場の閉回路を形成することを特徴とする単結晶育成用超電導磁石システム。

【請求項 2】 請求項 1 記載の単結晶育成用超電導磁石システムにおいて、静磁場コイルは真空パイプ内に酸化物高温超電導線を設けて構成されたことを特徴とする単結晶育成用超電導磁石システム。

【請求項 3】 請求項 1 記載の単結晶育成用超電導磁石システムにおいて、熱伝達手段は外側の熱伝導度が小さく、内側の熱伝導度が大きい二重管構成でその間を真空状態にした真空パイプにより構成され、且つ冷凍機より伝達される冷熱により真空パイプ先端に取付けられた熱伝達媒体を介して酸化物高温超電導線を直接冷却することを特徴とする単結晶育成用超電導磁石システム。

【請求項 4】 請求項 1 記載の単結晶育成用超電導磁石システムにおいて、コイル支持体は少なくとも両側面ヨークの対向面間の距離が調整可能に分割され、且つ磁氣的に結合可能に構成されたことを特徴とする単結晶育成用超電導磁石システム。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体ウェハー等の製作に用いる融解した半導体結晶材料に印加すべき磁場を発生する単結晶育成用超電導磁石システムに関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】 磁場チョクラルスキー結晶成長システム（以下 MCZ システムと称する）は、融解した半導体結晶材料に磁場を与えることにより、熔融材料には発生する熱対流を抑制し、大口径かつ高品質の結晶インゴットを製造可能とするものである。

【 0 0 0 3 】 図 6 はかかる MCZ システムの一例を示すもので、その概略構成について述べる。この MCZ システムは、融解した半導体結晶材料から結晶を所定の引上げ方向に引上げる引上げ炉 5 0、融解した半導体結晶材料に印加すべき磁場を発生する磁場発生器 5 1 とを備えている。

【 0 0 0 4 】 引上げ炉 5 0 は、炉体 5 0 a、この炉体 5 0 a 内に配置され半導体結晶材料を収容するるつぼ 5 0 b、このるつぼ 5 0 b 内の半導体結晶材料を加熱するヒ

ータ 5 0 c、るつぼ支持機構 5 0 d、結晶を引上げるための引上げ機 5 2 とを具備している。るつぼ支持機構 5 0 d と引上げ機 5 2 との相対回転運動により、結晶るつぼ 5 0 b とは相対的に回転される。

【 0 0 0 5 】 磁場発生器 5 1 は、サポート 5 1 a を介して引上げ炉 5 0 の炉体 5 0 a の外側に配置され、静磁場コイル 5 1 b を内蔵した冷却容器（クライオスタット）5 0 c を具備している。

【 0 0 0 6 】 このような構成の MCZ システムにおいて、るつぼ 5 0 a 内に半導体材料 5 3 を入れてヒータ 5 0 c により加熱し、半導体材料 5 3 を融解させる。この融解液中に種結晶を挿入し、引上げ機 5 2 により種結晶を所定の速度で引上げて行くと、固体-液体境界層に結晶が徐々に成長して行き、大型の結晶が生成される。この際、ヒータ 5 0 c の加熱によって誘起される融解液の流体的運動、即ち熱対流が生じる。

【 0 0 0 7 】 ここで、上記 MCZ システムにおいて、熔融材料内の熱的な対流の影響を制御するために磁場発生器 5 1 より静磁場が与えられている。単結晶原料の融液は一般に電気伝導体である。このため、電気伝導度を有する流体が熱対流により運動する際、磁場印加方向と平行でない方向に運動している流体はレンツの法則により、磁氣的抵抗力を受ける。従って、熱対流の運動は阻止される。

【 0 0 0 8 】 一般に磁場が印加されたときの磁気抵抗力、すなわち磁気粘性係数 ν_{eff} は

$$\nu_{eff} = (\mu H D)^2 \sigma / \rho$$

ここで、H：磁場強度

D：るつぼ直径

σ ：融液の電気伝導度

ρ ：融液の密度

となり、磁場強度 H が増大すると磁気粘性係数 ν_{eff} が増大し、熱対流を抑えることができる。

【 0 0 0 9 】 近年、るつぼの直径 D が大きくなるにつれて使用する磁場強度 H も強いものが要求されている。かかる要求を満足する磁場発生器、すなわち磁石も大型で強磁場発生可能なものとして液体ヘリウムを用いた超電導磁石を使用しているのが現状である。

【 0 0 1 0 】 この超電導磁石は前述したように冷却容器 5 1 a と静磁場コイル 5 1 b から構成されている。また、最近では液体ヘリウムを使用しない超電導マグネットも開発されてきているが、これらは 4 K 冷凍機を用いて静磁場コイルの温度を冷却する、いわゆる低温超電導線材を用いたものである。

【 0 0 1 1 】 ところで、従来の超電導磁石は、その動作に液体ヘリウムや液体窒素等の極低温冷媒を使用している。従って、極低温冷媒収集容器は磁石のクエンチの際に圧力サージに耐えるように法規によって定められた圧力容器に従って設計する必要がある。また、急激に気化したガスを放出するための排気ダクトの設置やその際に

ガス放出口が人に影響のないような最新の注意が必要になる。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】しかし、このような超電導磁石においては、液体ヘリウムを使用した場合でも、使用しない場合でも動作温度が低いため、比熱が小さく、擾乱による発熱に対してもコイルの温度上昇が大きくなり、クエンチの発生確率が比較的高い。

【 0 0 1 3 】従って、一度クエンチが発生すると単結晶を引上げて運転を停止しなくてはならないため、残りの融液が使用できなくなり、大きな損失を招くことになる。また、使用しているマグネットからの漏洩磁場が大きく、作業員や近傍を通行する人の安全を考慮したり、隣接して他の超電導磁石を漏洩磁束の影響を受けないように配置する場合には、作業空間を大きく制限しなければならないため、工業生産に使用するものとしては大きな問題である。

【 0 0 1 4 】本発明は上記のような問題を解消するためなされたもので、静磁場コイルのクエンチ時に液体ヘリウムの蒸発をなくし、マグネットの漏洩磁場を低減した単結晶引上げ用超電導磁石システムを提供することを目的とする。

【 0 0 1 5 】

【課題を解決するための手段】本発明は上記の目的を達成するため、次のような手段により単結晶引上げ用超電導磁石システムを構成するものである。請求項 1 に対応する発明は、単結晶引上げ炉の外側に配置され、対向面にコイルが巻装される磁極を有する一对の側面ヨーク及びこの両ヨーク間を継ぐ背面ヨークにより構成された磁性体からなるコイル支持体と、このコイル支持体の前記磁極に酸化物高温超電導線を巻装して構成された静磁場コイルと、この静磁場コイルの前記酸化物高温超電導線を冷却する冷凍機と、この冷凍機より得られる冷熱を前記酸化物高温超電導線に伝達して直接冷却する熱伝達手段とを備え、前記コイル支持体は前記酸化物高温超電導線の通電により前記磁極間に発生する静磁場の閉回路を形成するものである。

【 0 0 1 6 】請求項 2 に対応する発明は、請求項 1 に対応する発明の単結晶育成用超電導磁石システムにおいて、静磁場コイルは熱伝導度の真空パイプ内に酸化物高温超電導線を設けて構成される。

【 0 0 1 7 】請求項 3 に対応する発明は、請求項 1 に対応する発明の単結晶育成用超電導磁石システムにおいて、熱伝達手段は外側の熱伝導度が小さく、内側の熱伝導度が大きい二重管構成でその間を真空状態にした真空パイプにより構成され、且つ冷凍機より伝達される冷熱により真空パイプ先端に取付けられた熱伝達媒体を介して酸化物高温超電導線を直接冷却する。

【 0 0 1 8 】請求項 4 に対応する発明は、請求項 1 に対応する発明の単結晶育成用超電導磁石システムにおい

て、コイル支持体は少なくとも両側面ヨークの対向面間の距離が調整可能に分割され、且つ磁氣的に結合可能に構成される。

【 0 0 1 9 】従って、上記請求項 1 乃至請求項 4 に対応する発明の単結晶育成用超電導磁石システムにあつては、静磁場コイルの通電により磁極より発生した磁力線は、各ヨークを磁路とする閉磁路回路を通ることになり、従って漏洩磁場が小さくなり、周囲の作業物体や作業員への影響が低減できる。

【 0 0 2 0 】また、液体ヘリウムや液体窒素等の極低温媒体を使用しないで超電導状態が生成されるので、クエンチ時のガスの放出がなく、低温容器の圧力上昇の問題も解決される。また高温超電導線を使用することにより、動作温度高くなるため、比熱が大きくなり、擾乱による発熱に対してもコイル温度上昇が小さくクエンチのし難い磁石システムとなる。

【 0 0 2 1 】さらに、請求項 4 に対応する発明の単結晶育成用超電導磁石システムにあつては、両側面ヨークの間隔を適宜可変することができるので、静磁場コイルの間隔を目的に応じた間隔に自由に調整することができる。

【 0 0 2 2 】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。図 1 は本発明による単結晶引上げ用超電導磁石システムの第 1 の実施の形態におけるコイル支持フレームを示す斜視図であり、図 2 は同超電導磁石システムを示す鉛直方向を Z 軸としたときの水平面 (X-Y 面) での断面図である。

【 0 0 2 3 】図 1 及び図 2 において、1 は一对の対向する側面ヨーク 1 a とこれら両側面ヨーク間を継ぐ背面ヨーク 1 b により全体をコ字形に形成され、且つ側面ヨーク 1 a の対向面に円柱状の磁極 1 c をそれぞれ有する鉄製のコイル支持フレームである。このコイル支持フレーム 1 の各側面ヨーク 1 a に有する磁極 1 c に静磁場コイル 2 がそれぞれ巻装されている。

【 0 0 2 4 】これら静磁場コイル 2 はアルミニウムまたはステンレス等からなるチューブ状の真空容器 3 a, 3 b 内に酸化物高温超電導線 4 a, 4 b がそれぞれ挿入されたものである。

【 0 0 2 5 】なお、静磁場コイル 2 には図示しない電流リードやケーブルが接続され、電源より電流が供給されるものである。一方、5 は 2 0 K / 8 0 K (絶対温度) 冷凍機で、この冷凍機 5 には熱伝導度の大きい材質、例えば銅からなる内側管及び熱伝導度の小さい材質、例えばステンレスからなる外側管の間を真空状態にした二重管構造の真空パイプ 6 が取付けられ、この真空パイプ 6 の端部はコイル支持フレーム 1 の背面ヨーク 1 b を貫通させて静磁場コイル 2 側にそれぞれ導かれ、さらに真空容器 3 a, 3 b を気密に貫通させて酸化物高温超電導線 4 a, 4 b に例えば窒化アルミニウムからなる熱伝達媒

体 7 を介して接触させ、冷凍機 5 から真空パイプ 6 を通して伝達される冷熱により酸化物高温超電導線 4 a, 4 b が冷却されるようにしてある。

【0026】次にこのような構成の単結晶引上げ用超電導磁石システムの作用を述べる。いま、コイル支持フレーム 1 の対向する両側面ヨーク 1 a 間に単結晶原料の融液が収容されたるつばが配置されているものとする。このような状態で静磁場コイル 4 を構成する酸化物高温超電導線 4 a, 4 b に図示しない電源より電流が供給されると、熔融材料内の熱的な対流の影響を制御するための静磁場が与えられ、熱対流を抑えることが可能となる。

【0027】この場合、超電導磁石から発生する磁力線は一方の側面ヨーク 1 a の磁極 1 c から他方の側面ヨーク 1 a の磁極 1 c に向って流れ、背面ヨーク 1 b を通って元へ戻る閉磁路が形成される。

【0028】また、静磁場コイル 4 を構成する酸化物高温超電導線 4 a, 4 b は冷凍機 5 より真空パイプ 6 を通して伝達される冷熱により熱伝達媒体 7 を介して直接冷却され、超電導状態となる。

【0029】このように本発明の第 1 の実施の形態では、一对の対向する側面ヨーク 1 a と背面ヨーク 1 b により全体をコ字形に形成され、且つ側面ヨーク 1 a の対向面に円柱状の磁極 1 c をそれぞれ有する鉄製のコイル支持フレームとし、このコイル支持フレーム 1 の各側面ヨーク 1 a に有する磁極 1 c に静磁場コイル 2 をそれぞれ巻装して超電導磁石を構成したので、静磁場コイル 2 の通電により磁極 1 c より発生した磁力線は、各ヨークを磁路とする閉磁路回路を通ることになり、従って漏洩磁場が小さくなり、周囲の作業物体や作業への影響が低減できる。

【0030】一方、静磁場コイル 2 はアルミニウムまたはステンレス等からなるチューブ状の真空容器 3 a, 3 b 内に設けられた酸化物高温超電導線 4 a, 4 b により形成され、冷凍機 5 より伝熱媒体を介して伝達される冷熱により直接冷却することで超電導状態になし得るので、従来のように液体ヘリウムや液体窒素等の極低温冷媒を使用しないで超電導状態が生成可能になり、クエンチ時のガスの放出がなく、また低温容器の圧力上昇の問題も解決できる。

【0031】また、高温超電導線を使用することにより、動作温度が高く、比熱が大きいため、擾乱による発熱に対してもコイル温度上昇が小さく、クエンチのし難い磁石システムとなる。

【0032】なお、上記第 1 の実施の形態においては、酸化物高温超電導線 4 a, 4 b を 20 K に冷やすため、2 段式の 20 K / 80 K 冷凍機を使用した。酸化物超電導体の転移温度が 77 K 以上の物を使用する場合は各コイル温度は 77 K 以上の温度に冷やされていけばよいので、この場合の冷凍機としては 1 段式の 77 K 冷凍機で十分である。

【0033】図 3 は本発明による単結晶引上げ用超電導磁石システムの第 2 の実施の形態にを示す鉛直方向を Z 軸としたときの水平面 (X-Y 面) での断面図であり、図 2 と同一部品には同一符号を付して説明する。

【0034】第 2 の実施の形態では、超電導磁石を構成するコイル支持フレーム 1 の背面ヨーク 1 b の中央部を Z 軸方向に分割し、その分割部を鉄等の磁性材料からなる接合体 1 c により磁氣的に接続する構成とし、また静磁場コイル 2 を形成する酸化物高温超電導線 4 a, 4 b に対応させて冷凍機 9 a, 9 b を設け、この冷凍機 9 a, 9 b より図 2 と同一構成の真空パイプ 8 a, 8 b を通して冷熱を酸化物高温超電導線 4 a, 4 b にそれぞれ接触させて設けた伝熱媒体 7 に伝達可能にして直接冷却する構成としたものである。

【0035】従って、このような構成の単結晶引上げ用超電導磁石システムとすれば、第 1 の実施の形態と同様に静磁場コイル 2 の通電により磁極 1 c より発生した磁力線は、各ヨークを磁路とする閉磁路回路を通ることになり、従って漏洩磁場が小さくなり、周囲の作業物体や作業への影響が低減できる。また、冷凍機 9 a, 9 b より伝熱媒体を介して伝達される冷熱により静磁場コイル 2 の酸化物高温超電導線 4 a, 4 b を直接冷却することで超電導状態になし得るので、従来のように液体ヘリウムや液体窒素等の極低温冷媒を使用しないで超電導状態が生成可能になり、クエンチ時のガスの放出がなく、また低温容器の圧力上昇の問題も解決できる。

【0036】さらに、コイル支持フレーム 1 は背面ヨーク 1 b の中央を Z 軸方向に 2 分割され、その分割部を接合体 1 c により磁氣的に接続する構成としたので、両側面ヨーク 1 a, 1 a の間隔を適宜可変することができ、従って静磁場コイル 2 の間隔を目的に応じた間隔に自由に調整することができる。

【0037】上記第 1 の実施の形態及び第 2 の実施の形態では、コイル支持フレーム 1 の両側面ヨーク 1 a に円柱状の電極 1 c を設け、この電極 1 c に静磁場コイル 2 を巻装するようにしたが、図 4 に示すように電極 1 c の形状として外周面に円弧状の凹部 1 d を形成し、この凹部 1 d に静磁場コイル 2 を食込ませて巻装することにより、静磁場コイル 2 を電極 1 c に保持された状態で固定できる。

【0038】また、上記各の実施の形態では、コイル支持フレーム 1 の両側面ヨーク 1 a 間にあるつばを配置して水平方向の静磁場を発生させるようにしたが、さらにコイル支持フレーム 1 の上部及び下部に鉛直方向の静磁場を発生する図 5 に示すようなコイル支持フレーム 11 を配置して同極対向磁石を構成することにより、るつばに収容された単結晶原料の融液内に等軸対称的かつ放射状のカスプ磁場を作ることにもできる。

【0039】さらに、上記各実施の形態ではコイル支持フレーム 1 の両側面間に存する空間部にるつばを配置し

てるつぼに收容された単結晶原料の融液に水平方向の静磁場を発生させる場合について述べたが、コイル支持フレーム 1 を上下に移動させる移動機構を設け、結晶が徐々に成長するに伴ってるつぼ内の固体-液体境界の鉛直方向に対する高さ位置の変化に応じてコイル支持フレーム 1 を上下に移動させるようにしてもよい。

【0040】なお、本発明は上記し、且つ図面に示す実施の形態に限定されるものではなく、その要旨を変更しない範囲内で種々変形して実施できるものである。例えば上記各実施の形態ではコイル支持フレームを鉄製としたが、磁性体であれば他の材質を用いてもよい。

【0041】

【発明の効果】以上述べたように本発明によれば、静磁場コイルのクエンチ時に液体ヘリウムの蒸発をなくし、マグネットの漏洩磁場を低減した単結晶引上げ用超電導磁石システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明による単結晶引上げ用超電導磁石システムの第 1 の実施の形態におけるコイル支持フレームを示す斜視図。

【図 2】同実施の形態の超電導磁石システムを示す鉛直

方向を Z 軸としたときの X-Y 面での断面図。

【図 3】本発明による単結晶引上げ用超電導磁石システムの第 2 の実施の形態を示す鉛直方向を Z 軸としたときの X-Y 面での断面図。

【図 4】第 1 及び第 2 の実施の形態において、コイル支持フレームの他の構成例の要部を示す断面図。

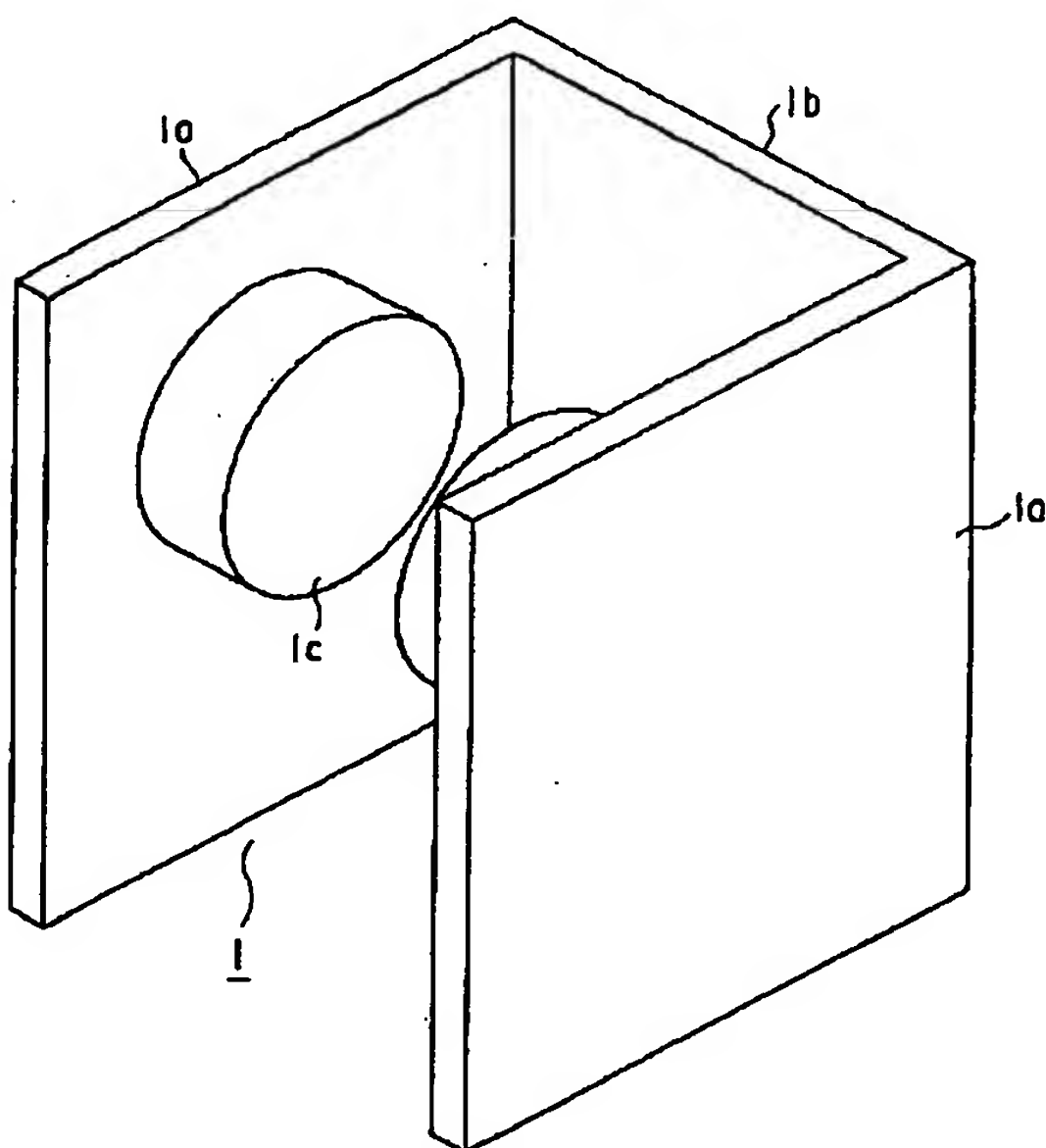
【図 5】第 1 及び第 2 の実施の形態におけるコイル支持フレームと組み合わせて使用される別個のコイル支持フレームを示す断面図。

【図 6】磁場チョクラルスキー結晶成長システムの一例を示す概略構成図。

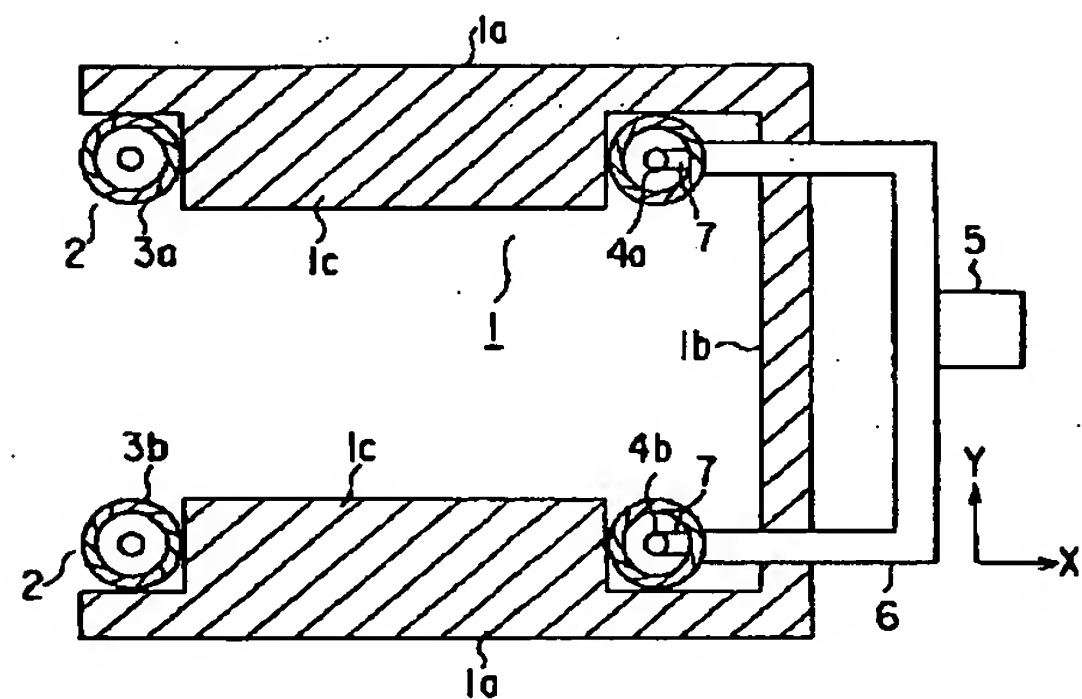
【符号の説明】

- 1 ……コイル支持フレーム
- 1 a ……側面ヨーク
- 1 b ……背面ヨーク
- 1 c ……結合体
- 2 ……静磁場コイル
- 3 a, 3 b ……真空パイプ
- 4 a, 4 b ……酸化物高温超電導線
- 5, 9 a, 9 b ……冷凍機
- 6, 8 a, 8 b ……真空パイプ

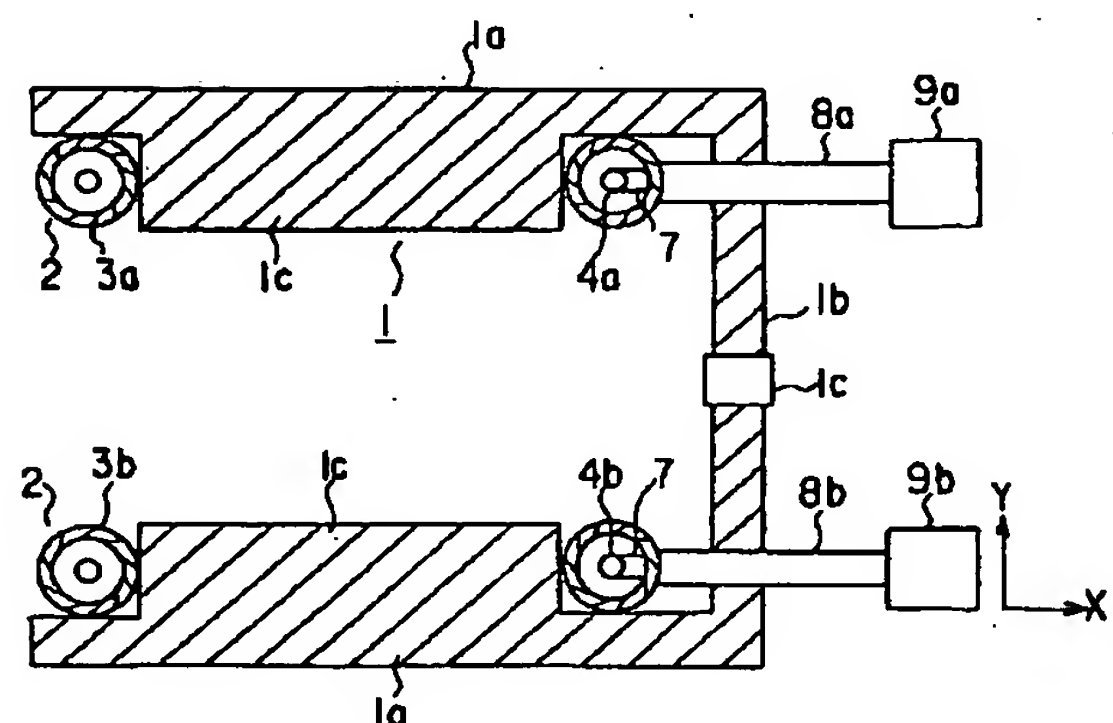
【図 1】



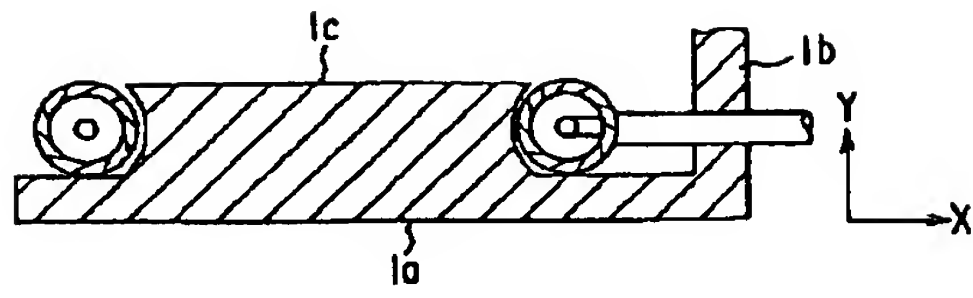
【図 2】



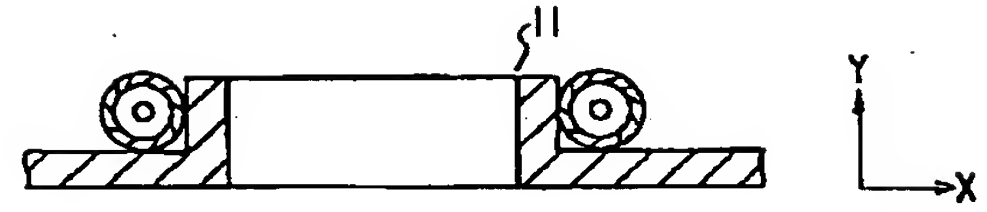
【図 3】



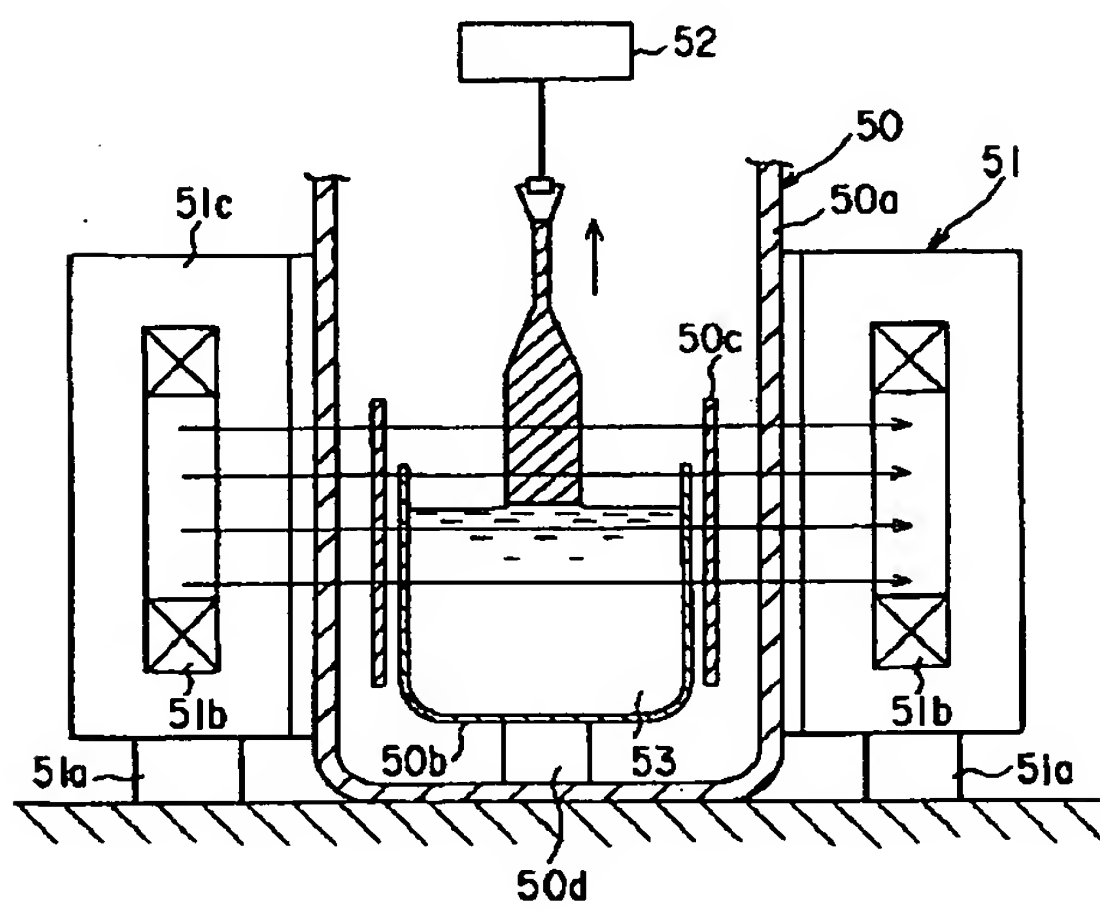
【図 4】



【図 5】



【図 6】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The coil base material which consists of the magnetic substance constituted by tooth-back York which inherits between side-face York of the pair which has the magnetic pole to which it is arranged on the outside of a crystal pulling furnace, and an opposed face is looped around a coil, and both this York, The static magnetic field coil constituted by looping said magnetic pole of this coil base material around an oxide high-temperature superconductivity line, It has the refrigerator which cools said oxide high-temperature superconductivity line of this static magnetic field coil, and a heat transfer means to transmit the cold energy obtained from this refrigerator to said oxide high-temperature superconductivity line, and to cool directly. Said coil base material is a superconduction magnet system for single crystal growth characterized by forming the closed circuit of the static magnetic field generated between said magnetic poles by energization of said oxide high-temperature superconductivity line.

[Claim 2] It is the superconduction magnet system for single crystal growth characterized by for the static magnetic field coil having formed the oxide high-temperature superconductivity line in the vacuum pipe in the superconduction magnet system for single crystal growth according to claim 1, and being constituted.

[Claim 3] It is the superconduction magnet system for single crystal growth characterized by cooling an oxide high-temperature superconductivity line directly through the heat transfer medium attached at the tip of a vacuum pipe by the cold energy which the outside thermal conductivity of the means of heat transfer is small in the superconduction magnet system for single crystal growth according to claim 1, and is constituted by the vacuum pipe which made the meantime the vacua with the double pipe configuration with inside large thermal conductivity, and is transmitted from a refrigerator.

[Claim 4] It is the superconduction magnet system for single crystal growth characterized by constituting a coil base material possible [association] in the superconduction magnet system for single crystal growth according to claim 1 magnetically [the distance between the opposed faces of both-sides side York is divided possible / adjustment / at least, and].

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the superconduction magnet system for single crystal growth which generates the magnetic field which should be impressed to the dissolved semiconducting crystal ingredient which is used for manufacture of a semi-conductor wafer etc.

[0002]

[Description of the Prior Art] By giving a magnetic field to the dissolved semiconducting crystal ingredient, a magnetic field CHOKURARU skiing crystal growth system (a MCZ system is called below) controls the heat convection to generate into a melting ingredient, and enables manufacture of the diameter of macrostomia, and the crystal ingot of high quality.

[0003] Drawing 6 shows an example of this MCZ system, and describes the outline configuration. This MCZ system is equipped with the magnetic field generator 51 which generates the pull-up furnace 50 which pulls up a crystal from the dissolved semiconducting crystal ingredient in the predetermined pull-up direction, and the magnetic field which should be impressed to the dissolved semiconducting crystal ingredient.

[0004] The pull-up furnace 50 possesses the pull-up machine 52 for pulling up heater 50c which heats the semiconducting crystal ingredient in crucible 50b which is arranged in furnace body 50a and this furnace body 50a, and holds a semiconducting crystal ingredient, and this crucible 50b, 50d of crucible support devices, and a crystal. It pulls up with 50d of crucible support devices, and crystal crucible 50b rotates relatively in relative rotation with an opportunity 52.

[0005] The magnetic field generator 51 is pulled up through support 51a, is arranged on the outside of furnace body 50a of a furnace 50, and possesses cooling container (cryostat) 50c which built in static magnetic field coil 51b.

[0006] In the MCZ system of such a configuration, a semiconductor material 53 is paid in crucible 50a, it heats by heater 50c, and a semiconductor material 53 is dissolved. Seed crystal is inserted into this fusion liquid, if seed crystal is pulled up at the rate of predetermined with the pull-up machine 52 and it goes, a crystal will grow up to be a solid-state-liquid boundary layer gradually, and will go to it, and a large-sized crystal will be generated. Under the present circumstances, fluid-movement of fusion liquid by which induction is carried out with heating of heater 50c, i.e., a heat convection, arises.

[0007] Here, in the above-mentioned MCZ system, in order to control the effect of the thermal convection current in a melting ingredient, the static magnetic field is given from the magnetic field generator 51. Generally the melt of a single crystal raw material is an electric conduction object. For this reason, in case the fluid which has electrical conductivity exercises by the heat convection, the fluid which is exercising in the direction which is not parallel to the magnetic field impression direction receives magnetic drag force with Lenz's law. Therefore, movement of a heat convection is prevented.

[0008] magnetic-reluctance force, i.e., magnetic-viscosity multiplier μ_{eff} , when a magnetic field is generally impressed $\mu_{eff} = (\text{microhenry/D})^2 \sigma / \rho$ -- if it is here, it becomes the consistency of electrical conductivity ρ :melt of H:magnetic-field-strength D:crucible diameter σ :melt and

magnetic field strength H increases -- magnetic-viscosity multiplier μ_{eff} It increases and a heat convection can be suppressed.

[0009] The strong thing is demanded for the magnetic field strength H used as the diameter D of a crucible becomes large in recent years. The present condition is using the super-conductive magnet using liquid helium as a thing in which strong magnetic field generating is [that the magnetic field generator with which are satisfied of this demand, i.e., a magnet, is large-sized, and] possible.

[0010] This super-conductive magnet consists of cooling container 51a and static magnetic field coil 51b, as mentioned above. Moreover, although the superconduction magnet which does not use liquid helium has also been developed recently, these use the so-called low-temperature superconduction wire rod which cools the temperature of a static magnetic field coil using 4k refrigerator.

[0011] By the way, the conventional super-conductive magnet is using super-low hot-cold intermediation of liquid helium, liquid nitrogen, etc. for the actuation. Therefore, it is necessary to design a super-low hot-cold intermediation collection container according to the pressurized container set to bear a pressure surge by the regulation on the occasion of magnetic quenching. Moreover, cautions of the newest which does not have effect of gas-evolution opening to people are needed in installation of the jet pipe for emitting the gas evaporated rapidly, or that case.

[0012]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in such a super-conductive magnet, since operating temperature is low even when liquid helium is used, and even when not using it, the specific heat is small, the temperature rise of a coil becomes large also to generation of heat by turbulence, and the probability of occurrence of quenching is comparatively high.

[0013] Therefore, once quenching occurs, in order to have to pull up a single crystal and to have to suspend operation, it becomes impossible to use the remaining melt and big loss will be caused. Moreover, when the stray magnetic field from the magnet currently used is large, and the insurance of those who pass through an operator or near is taken into consideration, or arranging other super-conductive magnets adjacently so that it may not be influenced of magnetic leakage flux, in order to have to restrict workspace greatly, it is a big problem as what is used for industrial production.

[0014] It was made in order that this invention might solve the above problems, and evaporation of liquid helium is abolished at the time of quenching of a static magnetic field coil, and it aims at offering the superconduction magnet system for crystal pulling which reduced the stray magnetic field of a magnet.

[0015]

[Means for Solving the Problem] This invention constitutes the superconduction magnet system for crystal pulling with the following means in order to attain the above-mentioned purpose. The coil base material which consists of the magnetic substance constituted by tooth-back York which inherits between side-face York of the pair which has the magnetic pole to which invention corresponding to claim 1 is arranged on the outside of a crystal pulling furnace, and an opposed face is looped around a coil, and both this York, The static magnetic field coil constituted by looping said magnetic pole of this coil base material around an oxide high-temperature superconductivity line, It has the refrigerator which cools said oxide high-temperature superconductivity line of this static magnetic field coil, and a heat transfer means to transmit the cold energy obtained from this refrigerator to said oxide high-temperature superconductivity line, and to cool directly. Said coil base material forms the closed circuit of the static magnetic field generated between said magnetic poles by energization of said oxide high-temperature superconductivity line.

[0016] In the superconduction magnet system for single crystal growth of invention corresponding to claim 1 in invention corresponding to claim 2, a static magnetic field coil forms an oxide high-temperature superconductivity line in the vacuum pipe of thermal conductivity, and it is constituted.

[0017] Invention corresponding to claim 3 cools an oxide high-temperature superconductivity line directly through the heat transfer medium attached at the tip of a vacuum pipe by the cold energy which the outside thermal conductivity of the means of heat transfer is small, and it is constituted by the vacuum pipe with which inside thermal conductivity made the meantime the vacua with the large double

pipe configuration, and is transmitted from a refrigerator in the superconduction magnet system for single crystal growth of invention corresponding to claim 1.

[0018] In the superconduction magnet system for single crystal growth of invention corresponding to claim 1, a coil base material is divided possible [adjustment of the distance between the opposed faces of both-sides side York] at least, and invention corresponding to claim 4 is constituted possible [association] magnetically.

[0019] Therefore, if it is in the superconduction magnet system for single crystal growth of invention corresponding to above-mentioned claim 1 thru/or claim 4, it will pass along the closed magnetic circuit which makes each York a magnetic path, therefore a stray magnetic field becomes small, and the line of magnetic force generated from the magnetic pole by energization of a static magnetic field coil can reduce the effect of the activity body and operator on a perimeter.

[0020] Moreover, since a superconducting state is generated without using super-low hot refrigerant objects, such as liquid helium and liquid nitrogen, there is no emission of the gas at the time of quenching, and the problem of the pressure buildup of a low-temperature container is also solved. moreover, the thing for which a high-temperature superconductivity line is used -- operating temperature -- since it becomes high, the specific heat becomes large and a coil temperature rise serves as small a magnet system of quenching which is hard to carry out also to generation of heat by turbulence.

[0021] Furthermore, if it is in the superconduction magnet system for single crystal growth of invention corresponding to claim 4, since it can carry out adjustable [of the spacing of both-sides side York] suitably, it can adjust to spacing [/ for the purpose of spacing of a static magnetic field coil] freely.

[0022]

[Embodiment of the Invention] The gestalt of operation of this invention is explained with reference to a drawing below. Drawing 1 is the perspective view showing the coil support frame in the gestalt of operation of the 1st of the superconduction magnet system for crystal pulling by this invention, and drawing 2 is a sectional view in the horizontal plane (X-Y side) when setting the Z-axis as the direction of a vertical which shows this superconduction magnet system.

[0023] In drawing 1 and drawing 2, 1 is an iron coil support frame which is formed in a KO typeface in the whole of side-face York 1a which a pair counters, and tooth-back York 1b which inherits between these both-sides side York, and has cylinder-like magnetic pole 1c in the opposed face of side-face York 1a, respectively. Magnetic pole 1c which it has in each side-face York 1a of this coil support frame 1 is looped around the static magnetic field coil 2, respectively.

[0024] The oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b are inserted, respectively into vacuum housing 3a of the shape of a tube which these static magnetic field coil 2 becomes from aluminum or stainless steel, and 3b.

[0025] In addition, the current lead and cable which are not illustrated are connected to the static magnetic field coil 2, and a current is supplied from a power source. The quality of the material with thermal conductivity on the other hand, 5 is 20K / 80K (absolute temperature) refrigerator, and large to this refrigerator 5, For example, the vacuum pipe 6 of the inside tubing which consists of copper and the quality of the material with small thermal conductivity, for example, the double pipe structure which made the vacua between outside tubing which consists of stainless steel, is attached. The edge of this vacuum pipe 6 makes tooth-back York 1b of the coil support frame 1 penetrate, and is led to the static magnetic field coil 2 side, respectively. Make vacuum housings 3a and 3b penetrate airtightly furthermore, the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b are made to contact through the heat transfer medium 7 which consists of alumimium nitride, and it is made to be cooled from the refrigerator 5 in the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b by the cold energy transmitted through a vacuum pipe 6.

[0026] Next, an operation of the superconduction magnet system for crystal pulling of such a configuration is described. Now, the crucible with which the melt of a single crystal raw material was held among both-sides side York 1a which the coil support frame 1 counters shall be arranged. If a current is supplied from the power source which is not illustrated on the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b which constitute the static magnetic field coil 4 from such a condition,

the static magnetic field for controlling the effect of the thermal convection current in a melting ingredient will be given, and it will become possible to suppress a heat convection.

[0027] In this case, the line of magnetic force generated from a super-conductive magnet flows toward magnetic pole 1c of side-face York 1a of another side from magnetic pole 1c of one side-face York 1a, and the closed magnetic circuit which returns to origin through tooth-back York 1b is formed.

[0028] Moreover, it will be directly cooled through the heat transfer medium 7 by the cold energy transmitted through a vacuum pipe 6, and the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b which constitute the static magnetic field coil 4 will be from a refrigerator 5 in a superconducting state.

[0029] Thus, with the gestalt of operation of the 1st of this invention, side-face York 1a and tooth-back York 1b which a pair counters form the whole in a KO typeface. And it considers as the iron coil support frame which has cylinder-like magnetic pole 1c in the opposed face of side-face York 1a, respectively. Since magnetic pole 1c which it has in each side-face York 1a of this coil support frame 1 was looped around the static magnetic field coil 2, respectively and the super-conductive magnet was constituted It will pass along the closed magnetic circuit circuit which makes each York a magnetic path, therefore a stray magnetic field becomes small, and the line of magnetic force generated from magnetic pole 1c by energization of the static magnetic field coil 2 can reduce the effect of the activity body and operator on a perimeter.

[0030] On the other hand, the static magnetic field coil 2 is formed by the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b formed in vacuum housing 3a of the shape of a tube which consists of aluminum or stainless steel, and 3b. Since it can make to a superconducting state by cooling directly by the cold energy transmitted through a heating medium from a refrigerator 5 A superconducting state becomes generable without using super-low hot-cold intermediation of liquid helium, liquid nitrogen, etc. like before, there is no emission of the gas at the time of quenching, and the problem of the pressure buildup of a low-temperature container can also be solved.

[0031] Moreover, by using a high-temperature superconductivity line, operating temperature is high, and also to generation of heat according to turbulence since the specific heat is large, a coil temperature rise is small and it becomes the magnet system which quenching cannot carry out easily.

[0032] In addition, although 20K/80K refrigerator of a two-step type was used in the gestalt of implementation of the above 1st in order to cool the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b to 20K oxide superconductivity -- since each coil temperature should just be cooled by the temperature more than 77k when the transition temperature of a conductor uses the object more than 77k, as a refrigerator in this case, it comes out enough with 77K refrigerator of an one-step type.

[0033] Drawing 3 is a sectional view in the horizontal plane (X-Y side) when setting the Z-axis as the direction of a vertical which shows ***** of operation of the 2nd of the superconduction magnet system for crystal pulling by this invention, and attaches and explains the same sign to the same components as drawing 2.

[0034] The center section of tooth-back York 1b of the coil support frame 1 which constitutes a super-conductive magnet from a gestalt of the 2nd operation is divided into Z shaft orientations. It considers as the configuration which connects the division section magnetically by zygote 1c which consists of magnetic materials, such as iron. Moreover, make the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b which form the static magnetic field coil 2 correspond, and Refrigerators 9a and 9b are formed. It considers as the configuration which enables the transfer to the heating medium 7 which cold energy was contacted on the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b, respectively, and prepared it in them through the vacuum pipes 8a and 8b of the same configuration as drawing 2 from these refrigerators 9a and 9b of, and is cooled directly.

[0035] Therefore, it will pass along the closed magnetic circuit circuit which makes each York a magnetic path, therefore a stray magnetic field becomes small, and the superconduction magnet system for crystal pulling of such a configuration, then the line of magnetic force generated from magnetic pole 1c by energization of the static magnetic field coil 2 like the gestalt of the 1st operation can reduce the effect of the activity body and operator on a perimeter. Moreover, since it can make to a superconducting state by cooling the oxide high-temperature superconductivity lines 4a and 4b of the

static magnetic field coil 2 directly by the cold energy transmitted through a heating medium from Refrigerators 9a and 9b, a superconducting state becomes generable without using super-low hot-cold intermediation of liquid helium, liquid nitrogen, etc. like before, there is no emission of the gas at the time of quenching, and the problem of the pressure buildup of a low-temperature container can also be solved.

[0036] Furthermore, since the coil support frame 1 was made into Z shaft orientations 2 ****s in the center of tooth-back York 1b and the division section was considered as the configuration magnetically connected by zygote 1c, adjustable [of the spacing of both-sides side York 1a and 1a] can be carried out suitably, therefore it can adjust to spacing [/ for the purpose of spacing of the static magnetic field coil 2] freely.

[0037] Although cylinder-like electrode 1c is prepared in both-sides side York 1a of the coil support frame 1 and this electrode 1c was looped around the static magnetic field coil 2 with the gestalt of implementation of the above 1st, and the gestalt of the 2nd operation The static magnetic field coil 2 is fixable in the condition of having been held at electrode 1c, by forming 1d of radii-like crevices in a peripheral face as a configuration of electrode 1c, as shown in drawing 4 , and carrying out ***** looping around of the static magnetic field coil 2 at 1d of this crevice.

[0038] Moreover, although a crucible is arranged and it was made to generate a horizontal static magnetic field with the gestalt of operation of ***** among both-sides side York 1a of the coil support frame 1 By arranging the coil support frame 11 as shown in drawing 5 which furthermore generates the static magnetic field of the direction of a vertical in the upper part and the lower part of the coil support frame 1, and constituting a like-pole opposite magnet, the axial symmetry KASUBU magnetic field of a radial can also be made [inside / of the melt of the single crystal raw material held in the crucible].

[0039] Furthermore, although the gestalt of each above-mentioned implementation described the case where a static magnetic field horizontal to the melt of the single crystal raw material held in the end crater which arranges the crucible in the space section which consists between the both-sides sides of the coil support frame 1 was generated The migration device to which the coil support frame 1 is moved up and down is established, and you may make it move the coil support frame 1 up and down according to change of the height location to the direction of a vertical of the solid-state-liquid boundary in the end crater which the crystal has followed on growing up gradually.

[0040] In addition, this invention is not limited to the gestalt of operation which describes above and is shown in a drawing, within limits which do not change the summary, deforms variously and can be carried out. For example, although the coil support frame was made into iron with the gestalt of each above-mentioned implementation, as long as it is the magnetic substance, other quality of the materials may be used.

[0041]

[Effect of the Invention] As stated above, according to this invention, evaporation of liquid helium can be abolished at the time of quenching of a static magnetic field coil, and the superconduction magnet system for crystal pulling which reduced the stray magnetic field of a magnet can be offered.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

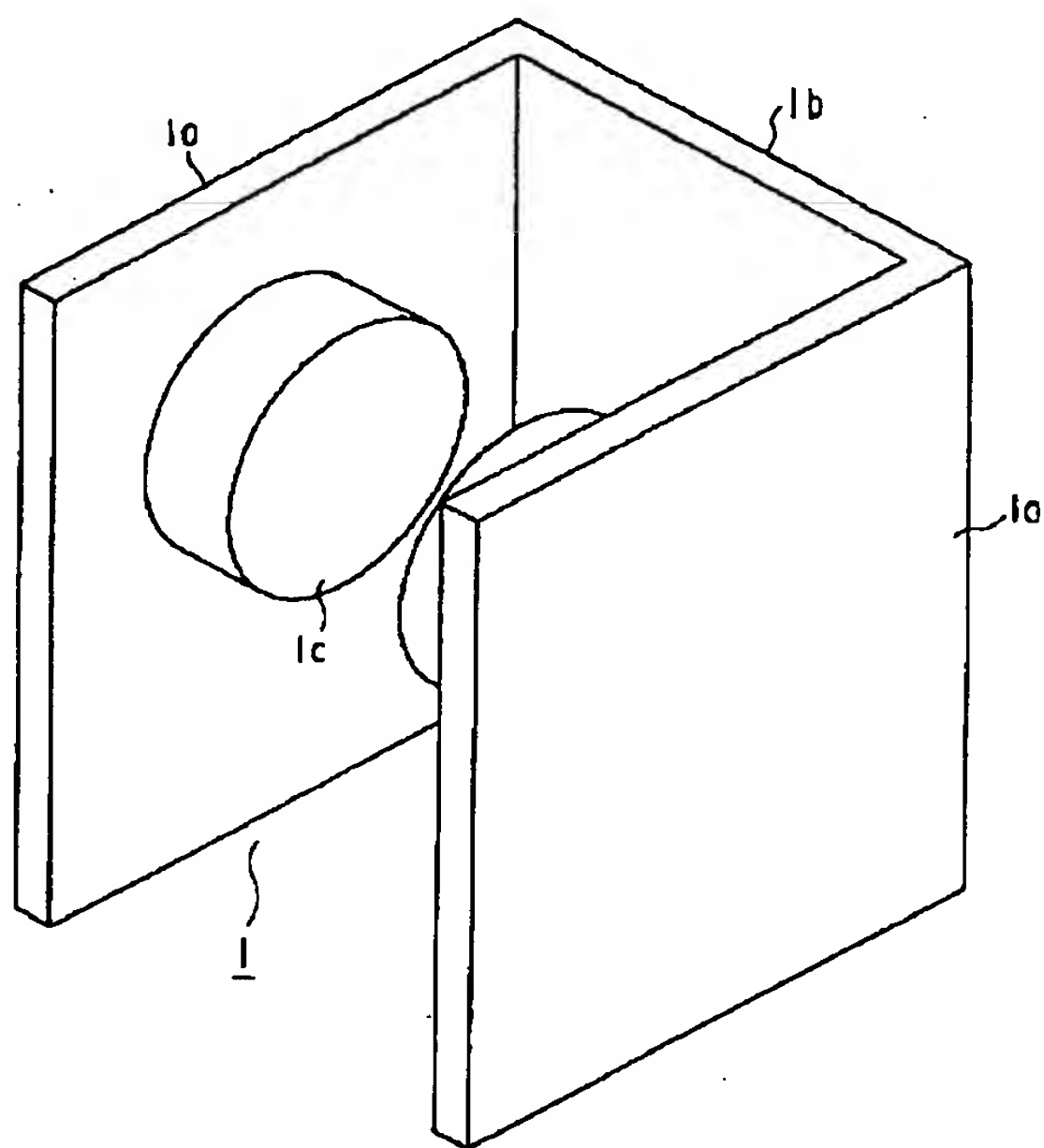
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. **** shows the word which can not be translated.

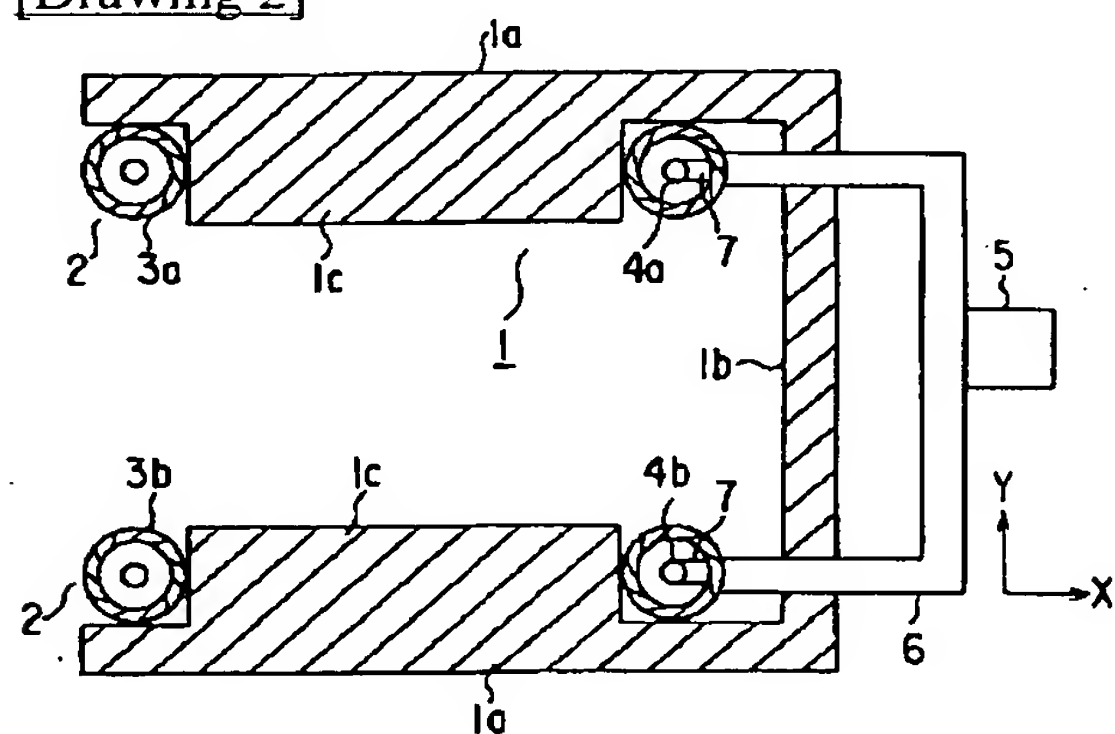
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

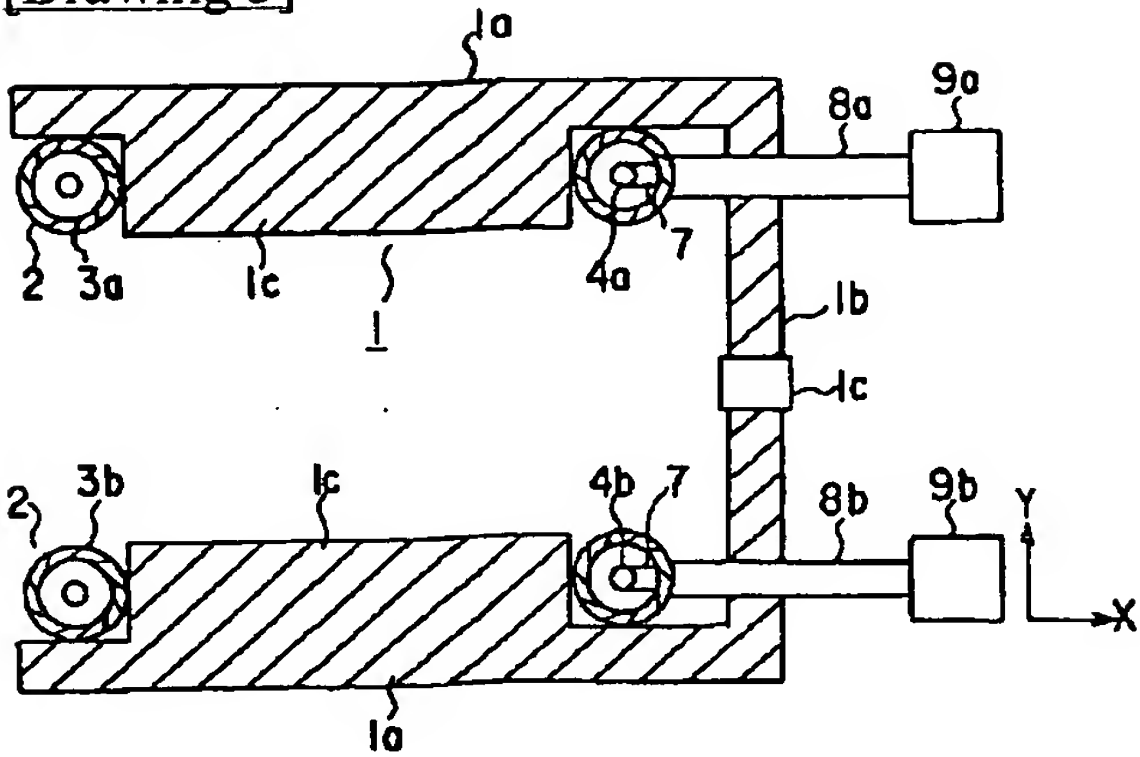
[Drawing 1]



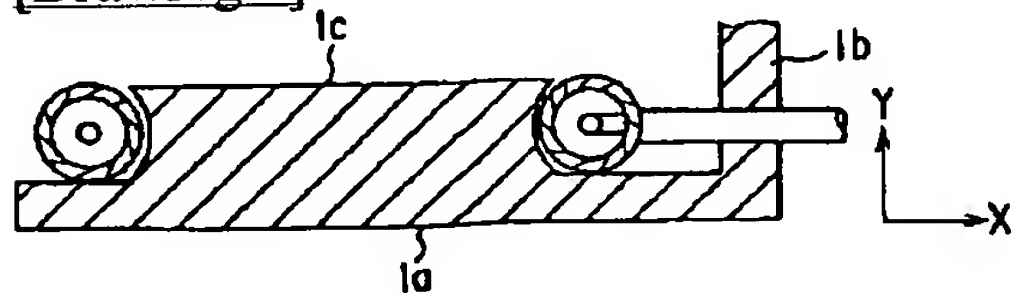
[Drawing 2]



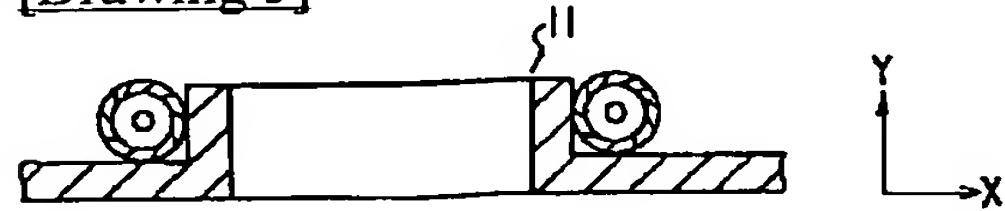
[Drawing 3]



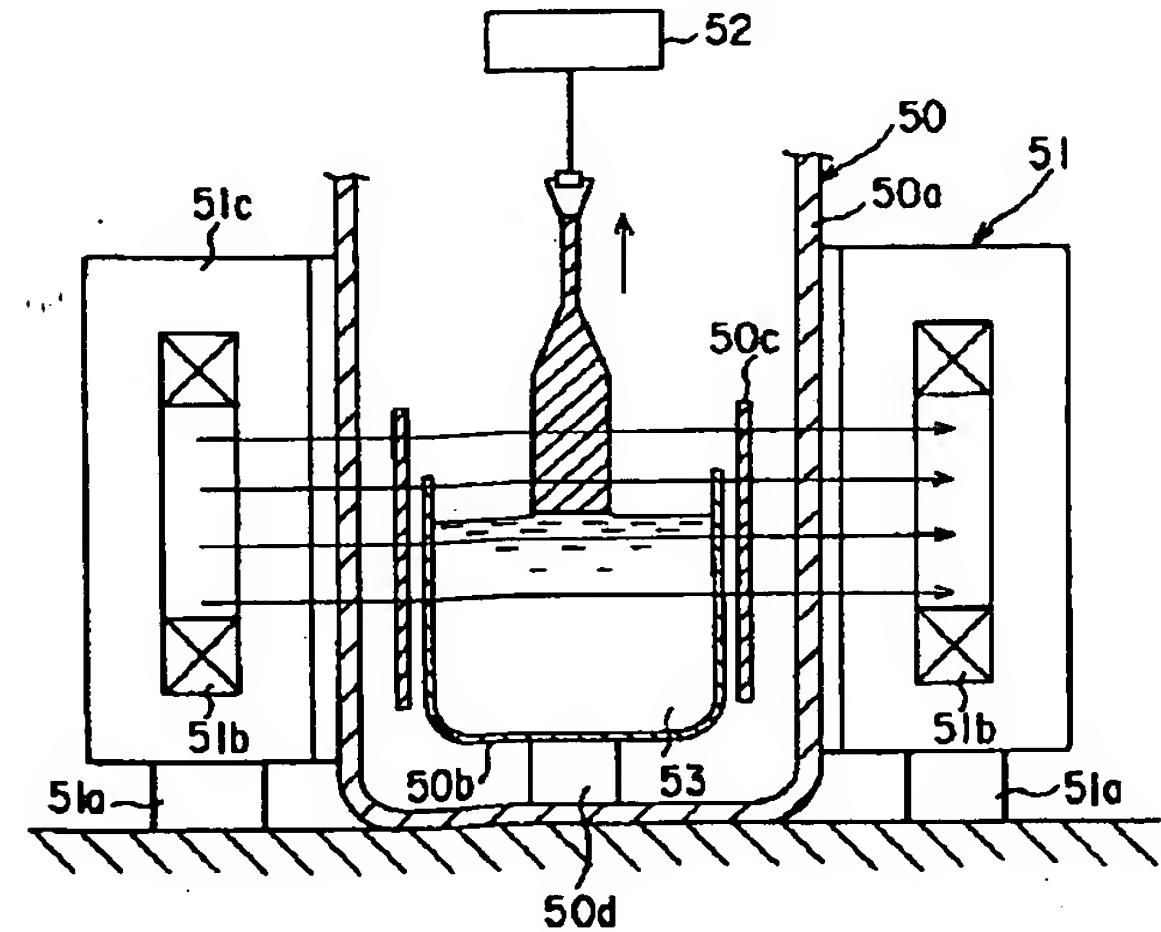
[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Drawing 6]



[Translation done.]